

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003330006

PUBLICATION DATE : 19-11-03

APPLICATION DATE : 13-05-02

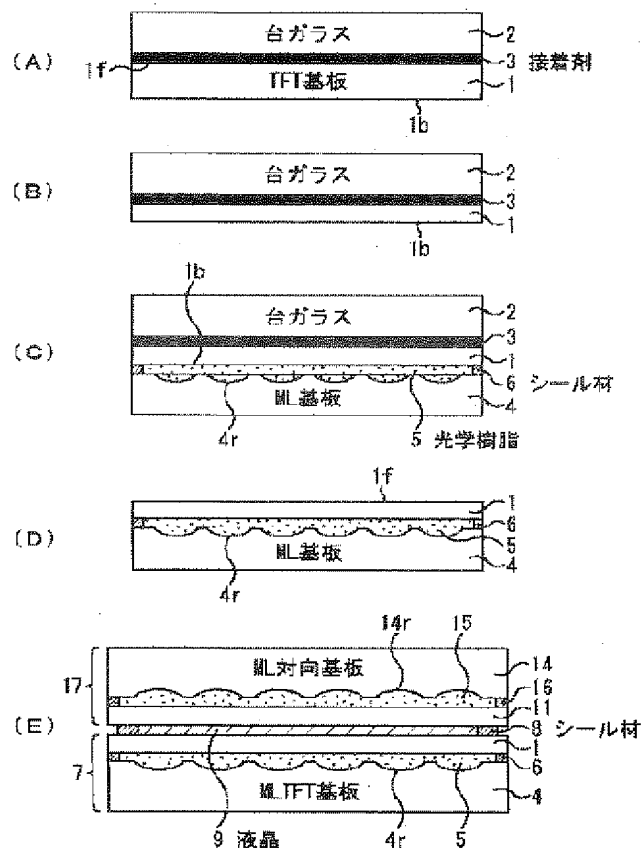
APPLICATION NUMBER : 2002137709

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : KAISE KIKUO;

INT.CL. : G02F 1/1335 G02B 3/00 G02F 1/1333  
G02F 1/1368

TITLE : METHOD FOR MANUFACTURING  
LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rational and practicable method for manufacturing a liquid crystal display element equipped with a dual microlens structure.

SOLUTION: In the dual microlens structure, a microlens array consisting of two-dimensionally arrayed microlenses condensing light to respective pixels is integrally formed on one substrate and another microlens array consisting of two-dimensionally arrayed microlenses functioning as field lenses for the respective pixels is integrally formed on the other substrate. The microlens array is integrated into a rear surface of the substrate via a step to stick a mounting glass 2 to a surface 1f of a substrate 1, a step to grind a rear surface 1b of the substrate 1 in a state of being held on the mounting glass 2 so as to reduce thickness, a step to laminate the microlens array 4 on the ground rear surface 1b via a high-refractive-index transparent optical resin 5 and a step to release the mounting glass 2 from the surface 1f of the substrate 1 and to clean the surface 1f.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード <sup>8</sup> （参考）
G 0 2 F 1/1335		C 0 2 F 1/1335	2 H 0 9 0
G 0 2 B 3/00		C 0 2 B 3/00	A 2 H 0 9 1
G 0 2 F 1/1333	5 0 0	C 0 2 F 1/1333	5 0 0 2 H 0 9 2
1/1368		1/1368	

審査請求 未請求 請求項の数17 O L （全 18 頁）

(21)出願番号	特願2002-137709(P2002-137709)	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号
(22)出願日	平成14年 5 月13日(2002. 5. 13)	(72)発明者	山中 英雄 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ ー株式会社内
		(72)発明者	貝瀬 喜久夫 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ ー株式会社内
		(74)代理人	100092336 弁理士 鈴木 晴敏

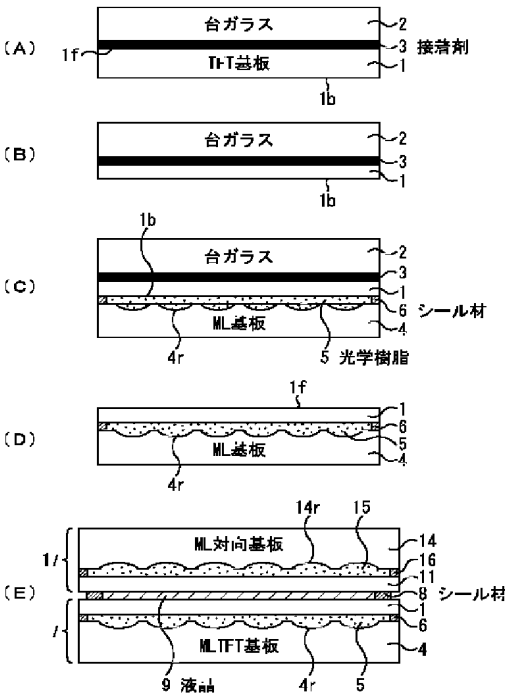
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示素子の製造方法

(57)【要約】

【課題】 デュアルマイクロレンズ構造を備えた液晶表示素子の合理的且つ実際のな製造方法を提供する。

【解決手段】 デュアルマイクロレンズ構造は、各画素に光を集光するマイクロレンズが二次元的に配列したマイクロレンズアレイが一方の基板に一体的に形成され、各画素毎にフィールドレンズとして機能するマイクロレンズが二次元的に配列したマイクロレンズアレイが他方の基板に一体的に形成されている。基板1の表面1fに台ガラス2を接着する接着工程と、台ガラス2に保持された状態で基板1の裏面1bを研磨して肉厚を薄くする研磨工程と、研磨された裏面1bに高屈折率の透明光学樹脂5を介してマイクロレンズアレイ4を貼合する貼合工程と、基板1の表面1fから台ガラス2を剥離洗浄する剥離工程とにより、基板の裏面にマイクロレンズアレイを一体化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少くとも画素電極及びこれを駆動するスイッチング素子が形成された表面及びこれと反対側の裏面を有する基板と、  
少くとも対向電極が形成された表面及びこれと反対側の裏面を有する基板と、  
所定の間隙を介して該画素電極と該対向電極とが互いに対向する様に接合した両基板の間に配された液晶層とからなるパネル構造を有し、  
一方の基板には各画素電極に光を集光するマイクロレンズが二次元的に配列したマイクロレンズアレイが一体的に形成され、  
他方の基板には各画素電極毎に集光された光が通過するマイクロレンズが二次元的に配列したマイクロレンズアレイが一体的に形成されている液晶表示素子の製造方法において、  
基板の表面に台板を接着する接着工程と、  
該台板に保持された状態で該基板の裏面を研磨して肉厚を薄くする研磨工程と、  
該研磨された裏面に基板よりも高屈折率又は低屈折率の透明光学樹脂を介してマイクロレンズアレイを貼合する貼合工程と、該基板の表面から台板を剥離洗浄する剥離工程とにより、  
基板の裏面にマイクロレンズアレイを一体化することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項2】 あらかじめ複数個分のパネルに対応する面積を有する面基板に対して該接着工程、研磨工程、貼合工程及び剥離工程を行なって該面基板に複数個分のマイクロレンズアレイを一体化した後、適当な段階で個々のパネルに対応した単基板に切り離す分割工程を行なうことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項3】 片方の面基板に複数個分のマイクロレンズアレイを形成した後、すぐに該分割工程を行なって個々のパネルに対応した片方の単基板に切り離し、あらかじめマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の単基板と一対一に所定ギャップで重ね合わせ固着してパネルに組み立てることを特徴とする請求項2記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項4】 片方の面基板に複数個分のマイクロレンズアレイを形成した後、あらかじめマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の単基板を個々に該面基板に組み付け、しかる後該分割工程を行なって個々のパネルに切り離すことを特徴とする請求項2記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項5】 複数個分のマイクロレンズアレイを一体化した片方の面基板と、同じく複数個分のマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の面基板とを所定ギャップで重ね合わせ固着して複数個分のパネルを組み立てた後、該分割工程を行なって個々のパネルに切り離すこと

を特徴とする請求項2記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項6】 前記分割工程は、該面基板を個々のパネルに区分する境界に沿って第一のダイシングを行ない断面V字形の溝を形成し、さらに第二のダイシングを行なって該溝を完全に切断し、もって端面がテーパ加工された単基板を作成することを特徴とする請求項2記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項7】 該剥離工程により基板の表面から台板を剥離洗浄した後、露出した基板の表面に対して、先に一体化したマイクロレンズアレイの耐熱性を損わない温度範囲で液晶層を配向する為の配向層を形成する配向工程を含むことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項8】 該接着工程、研磨工程、貼合工程及び剥離工程を行なって基板の裏面にマイクロレンズアレイを一体化する前に、あらかじめ基板の表面に対して液晶層を配向する為の配向層を形成する配向工程を行なうことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項9】 前記研磨工程は、バフ光学研磨加工、粉粒噴射加工、化学機械研磨加工及び化学エッチング加工を単独又は組み合わせて行なうことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項10】 前記研磨工程は、パネルに組み立てた段階でフィールドレンズとして機能するマイクロレンズの焦点が集光レンズとして機能するマイクロレンズの主点と略一致する様に、基板裏面の研磨を行なって肉厚を削ることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項11】 前記貼合工程は、比較的低屈折率の光学ガラス材を加工して各マイクロレンズ面を二次元的に配列したマイクロレンズアレイを作成する工程と、該研磨された基板の裏面と該マイクロレンズアレイを位置合わせし所定ギャップで重ね合わせて両者の間に基板よりも高屈折率又は低屈折率の透明光学樹脂を充填硬化する工程とからなることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項12】 前記貼合工程は、該研磨された基板の裏面と該マイクロレンズアレイをシール材により固着して閉じた所定ギャップの空隙を形成し、この空隙に基板よりも高屈折率又は低屈折率の透明光学樹脂を充填封入することを特徴とする請求項11記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項13】 前記マイクロレンズ面は、球面、非球面又はフレネル面に加工されていることを特徴とする請求項11記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項14】 使用済みとなって該剥離工程により剥離された台板を洗浄して再利用に供する洗浄工程を含むことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項15】 あらかじめ対向電極が形成された第一

の基板にマイクロレンズアレイを一体化する前工程と、あらかじめ画素電極及びこれを駆動するスイッチング素子が形成された第二の基板の表面に、該マイクロレンズアレイを一体化した第一の基板をしてパネルを組み立てる組立工程とを含み、前記接着工程は該第一の基板を介して該第二の基板の表面側に台板を接着し、前記研磨工程は該台板にパネルごと保持された状態で該第二の基板の裏面を研磨し、前記貼合工程は該研磨された第二の基板の裏面にマイクロレンズアレイを貼合することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項16】 前記研磨工程は、該第二の基板に形成された複数の外部接続用の端子を互いに同電位に保持した状態で、該第二の基板の裏面を研磨することを特徴とする請求項15記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項17】 前記接着工程は、あらかじめ研磨工程で用いる研磨盤に固着した台板に対して該パネルの第一基板側を取り付けることを特徴とする請求項15記載の液晶表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプロジェクタなどのライトバルブとして用いられる液晶表示素子の製造方法に関する。より詳しくは、高密度で且つ高精細な液晶表示素子の基板に画素と対応したマイクロレンズを一体的に形成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図24は、従来の投射型表示装置の光学系（主として照明光学系）の概略構成を示している。この投射型表示装置は、光軸100に沿って、光源101と、第一のマイクロレンズアレイ102と、第二のマイクロレンズアレイ103と、PS合成素子104と、コンデンサレンズ105と、フィールドレンズ106と、液晶パネル107と、投射レンズ108とを順に配列した構造となっている。マイクロレンズアレイ102、103には、それぞれ複数の微小なレンズ（マイクロレンズ）102M、103Mが二次元的に配列されている。PS合成素子104には、第二マイクロレンズアレイ103における隣り合うマイクロレンズ間に対応する位置に、複数の1/2波長板104Aが設けてある。

【0003】この投射型表示装置では、光源101から発せられた照明用の光が、マイクロレンズアレイ102、103を透過することにより、複数の小光束に分割される。マイクロレンズアレイ102、103を通過した光は、次にPS合成素子104に入射する。PS合成素子104に入射する光L10には、光軸100に垂直な面内において互いに直交するP偏光成分及びS偏光成分が含まれている。PS合成素子104は、入射した光L10を2種類（P偏光成分及びS偏光成分）の偏光光

L11、L12に分離する。分離された偏光光L11、L12の内、一方の偏光光L11は、その偏光方向（例えばP偏光）を保ったままPS合成素子104から出射される。他方の偏光光L12（例えばS偏光成分）は、1/2波長板104Aの作用により、他の偏光成分（例えばP偏光成分）に変換して出射される。これにより、分離された2つの偏光光L11、L12の偏光方向が特定の方向に揃えられる。

【0004】PS合成素子104を出射した光は、コンデンサレンズ105及びフィールドレンズ106を経て、液晶パネル107に照射される。マイクロレンズアレイ102、103によって分割された各小光束は、コンデンサレンズ105の焦点距離fと第二マイクロレンズアレイ103に設けたマイクロレンズ103Mの焦点距離fとで決まる拡大率で拡大され、液晶パネル107の入射面全体を照射する。これにより、液晶パネル107の入射面には、複数の拡大された光束が重畳され、全体的に均一な照明が成される。液晶パネル107は、入射した光を画像信号に応じて空間的に変調して出射する。液晶パネル107を出射した光は、投射レンズ108によって図示しないスクリーンに投射され、スクリーン上に画像を形成する。

【0005】図25は、液晶パネルの一例を示す模式的な斜視図である。図示する様に、この液晶パネル（液晶表示素子）は、一対の基板201、202と両者の間に保持された液晶203とを備えたフラットパネル構造を有する。下側の基板201には画素アレイ部204と駆動回路部とが集積形成されている。駆動回路部は垂直駆動回路205と水平駆動回路206とに分かれている。又、基板の周辺部上端には外部接続用の端子207が形成されている。各端子207は配線208を介して垂直駆動回路205及び水平駆動回路206に接続している。画素アレイ部204にはゲート線Gと信号線Sが形成されている。両者の交差部には画素電極209とこれを駆動する薄膜トランジスタ（TFT）210が形成されている。画素電極209と薄膜トランジスタ210の組み合わせで画素Pを構成する。薄膜トランジスタ210のゲート電極は対応するゲート線Gに接続され、ドレイン領域は対応する画素電極209に接続され、ソース領域は対応する信号線Sに接続している。ゲート線Gは垂直駆動回路205に接続する一方、信号線Sは水平駆動回路206に接続している。垂直駆動回路205は、ゲート線Gを介して各画素Pを順次選択する。水平駆動回路206は、選択された画素Pに対し信号線Sを介して画像信号を書き込む。この様に、画素電極や薄膜トランジスタ（TFT）が集積形成された下側の基板201は、TFT基板と呼ばれている。これに対し、上側の基板202には、図示しないが対向電極やカラーフィルタが形成されている。この為、上側の基板202は対向基板と呼ばれている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したアクティブマトリクス型の液晶表示素子を投射型表示装置（プロジェクタ）のライトバルブに用いる場合、一層の高精細化及び高輝度化が望まれている。この観点から、各画素を駆動するスイッチング素子として、高精細化が可能な高温ポリシリコン薄膜トランジスタが用いられている。又、スイッチング素子の微細化に伴い、マイクロレンズアレイの微細化も必要とされている。その一環として、マイクロレンズアレイをアクティブマトリクス型液晶表示素子の基板に一体化形成する技術が開発されている。この様なマイクロレンズ内蔵基板の製造方法は、例えば特開平5-341283号公報、特開平10-161097号公報、特開2000-147500号公報などに開示されている。

【0007】構造上最も高輝度化が達成可能な方式として、光入射側の対向基板に集光レンズとして機能するマイクロレンズアレイを組み込み、さらにTFT基板側にフィールドレンズとして機能するマイクロレンズアレイを組み込んだ、いわゆるデュアルマイクロレンズ構造が理想である。この様なデュアルマイクロレンズ構造は画素の実効開口率を最高度まで高めることが可能である。しかしながら、加工性の難易度は最も高く、現時点では実用的な製造方法が確立されていない。尚、このデュアルマイクロレンズ構造のLCDは、Microlens Substrate-TFT Substrate-Microlens Substrateの頭文字を取って、MTMLCDとも言う。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述した従来の技術の課題に鑑み、本発明はデュアルマイクロレンズ構造を備えた液晶表示素子の合理的且つ実際の製造方法を提供することを目的とする。係る目的を達成する為に以下の手段を講じた。即ち、少くとも画素電極及びこれを駆動するスイッチング素子が形成された表面及びこれと反対側の裏面を有する基板と、少くとも対向電極が形成された表面及びこれと反対側の裏面を有する基板と、所定の間隙を介して該画素電極と該対向電極とが互に対向する様に接合した両基板の間に配された液晶層とからなるパネル構造を有し、一方の基板には各画素電極に光を集光するマイクロレンズが二次元的に配列したマイクロレンズアレイが一体的に形成され、他方の基板には各画素電極毎に好ましくはフィールドレンズとして機能するマイクロレンズが二次元的に配列したマイクロレンズアレイが一体的に形成されている液晶表示素子の製造方法において、基板の表面に台板を接着する接着工程と、該台板に保持された状態で該基板の裏面を研磨して肉厚を薄くする研磨工程と、該研磨された裏面に光学樹脂を介してマイクロレンズアレイを貼合する貼合工程と、該基板の表面から台板を剥離する剥離工程とにより、基板の裏面にマイクロレンズアレイを一体化することを特徴とす

る。

【0009】好ましくは、あらかじめ複数個分のパネルに対応する面積を有する面基板に対して該接着工程、研磨工程、貼合工程及び剥離工程を行なって該面基板に複数個分のマイクロレンズアレイを一体化した後、適当な段階で個々のパネルに対応した単基板に切り離す分割工程を行なう。例えば、片方の面基板に複数個分のマイクロレンズアレイを形成した後、すぐに該分割工程を行なって個々のパネルに対応した片方の単基板に切り離し、あらかじめマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の単基板と一対一に所定ギャップで重ね合わせしてパネルに組み立てる。或いは、片方の面基板に複数個分のマイクロレンズアレイを形成した後、あらかじめマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の単基板を個々に該面基板に所定ギャップで重ね合わせ、しかる後該分割工程を行なって個々のパネルに切り離しても良い。或いは、複数個分のマイクロレンズアレイを一体化した片方の面基板と、同じく複数個分のマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の面基板とを所定ギャップで重ね合わせして複数個分のパネルを組み立てた後、該分割工程を行なって個々のパネルに切り離しても良い。これらの場合、前記分割工程は、該面基板を個々のパネルに区分する境界に沿って第一のダイシングを行ない断面V字形の溝を形成し、さらに第二のダイシングを行なって該溝を完全に切断し、もって端面がテーパ加工された単基板を作成すると良い。又、該剥離工程により基板の表面から台板を剥離洗浄した後、露出した基板の表面に対して、先に一体化したマイクロレンズアレイの耐熱性を損わない温度範囲で液晶層を配向する為の配向層を形成する配向工程を行なう。或いは、該接着工程、研磨工程、貼合工程及び剥離工程を行なって基板の裏面にマイクロレンズアレイを一体化する前に、あらかじめ基板の表面に対して液晶層を配向する為の配向層を形成する配向工程を行なっても良い。

【0010】好ましくは、前記研磨工程は、バフ光学研磨加工、粉粒噴射加工、化学機械研磨加工及び化学エッチング加工を単独又は組み合わせて行なう。又、前記研磨工程は、パネルに組み立てた段階でフィールドレンズとして機能するマイクロレンズの焦点が集光レンズとして機能するマイクロレンズの主点と略一致する様に、基板の研磨を行なって肉厚を削る。又、前記貼合工程は、比較的低屈折率の樹脂材料を加工して各マイクロレンズ面を二次元的に配列したマイクロレンズアレイを作成する工程と、該研磨された基板の裏面と該マイクロレンズアレイを重ね両者の間に比較的高屈折率の光学樹脂を充填硬化する工程とからなる。この場合、前記貼合工程は、該研磨された基板の裏面と該マイクロレンズアレイをシール材により接着して閉じた空隙を形成し、この空隙に光学樹脂を充填封入する。又、前記マイクロレンズ面は、球面、非球面又はフレネル面に加工されている。

場合により、使用済みとなって該剥離工程により剥離された台板を洗浄して再利用に供する洗浄工程を含む。

【0011】一の実施態様によると、あらかじめ対向電極が形成された第一の基板にマイクロレンズアレイを一体化する前工程と、あらかじめ画素電極及びこれを駆動するスイッチング素子が形成された第二の基板の表面に、該マイクロレンズアレイを一体化した第一の基板を所定ギャップで重ね合わせしてパネルを組み立てる組立工程とを含み、前記接着工程は該第一の基板を介して該第二の基板の表面側に台板を接着し、前記研磨工程は該台板にパネルごと保持された状態で該第二の基板の裏面を研磨し、前記貼合工程は該研磨された第二の基板の裏面にマイクロレンズアレイを貼合する。この場合、前記研磨工程は、該第二の基板に形成された複数の外部接続用の端子を互いに同電位に保持した状態で、該第二の基板の裏面を研磨すると良い。場合により、前記接着工程は、あらかじめ研磨工程で用いる研磨盤に固着した台板に対して該パネルの第一基板側を取り付ける。

【0012】本発明によれば、例えばTFT基板の表面に接着剤などで台板を貼合し、TFT基板の裏面から片面光学研磨して、所定厚さのTFT薄基板を形成する。これにマイクロレンズ基板を例えば高屈折率の透明樹脂接着剤などで貼合し、マイクロレンズ内蔵TFT基板を作成する。同様なプロセスで、マイクロレンズを一体化したマイクロレンズ内蔵TFT基板を作成する。これらのマイクロレンズ内蔵TFT基板とマイクロレンズ内蔵対向基板を所定ギャップで重ね合わせし、両者の間に液晶を注入封止して、デュアルマイクロレンズ構造の液晶表示素子を作成する。この様にして製造されたデュアルマイクロレンズ型液晶表示素子は、例えばプロジェクタのライトバルブに好適である。液晶層に対して集光レンズとして機能する一方のマイクロレンズアレイとフィールドレンズとして機能する他方のマイクロレンズを極めて近接配置することが可能となり、マイクロレンズの機能を最大限に引き出して画素の実効開口率を大幅に改善可能である。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法を示す基本的な製造工程図である。まず(A)に示す様に、接着工程を行ない、TFT基板1の表面1fに接着剤3を介して台ガラス2などの台板を接着する。TFT基板1に台ガラス2を貼り合わせる時、水又は有機溶剤で溶解する接着剤3を使うことができる。この種の接着剤としては、ホットメルト系水溶性固形ワックス（例えば日化精工（株）のアクアワックス20/50/80（主成分は脂肪酸グリセリド）、アクアワックス553/531/442/SE（主成分はポリエチレングリコール、ビニルピロリドン共重合体、グリセリンポリエーテル）、PEGワックス20（主成分

はポリエチレングリコール）など）、又は水溶性液状ワックス（例えば日化精工（株）の合成樹脂系液状接着剤のアクアリキッドWA-302（主成分はポリエチレングリコール、ポリビニルピロリドン誘導体、メタノール）、WA-20511/QA-20566（主成分はポリエチレングリコール、ポリビニルピロリドン誘導体、IPA、水）など）、又は熱可塑性ポリマーのクリスタルボンドあるいはシアノアクリレート系接着剤あるいはエポキシ系接着剤等を用いることができる。場合によっては、紫外線硬化型接着剤の両面テープや加熱硬化型接着剤の両面テープで、TFT基板1と台ガラス2を貼り合わせてもよい。尚、必要に応じて、表面保護及びハロゲンイオン汚染防止の為、レジスト膜をTFT基板1の表面1fにコーティングしてもよい。尚、台ガラス材はほうけい酸ガラス、青板ガラス等の透明ガラスのいずれでもよい。

【0014】例えば、アセトンなどの有機溶剤で溶解する接着剤3として熱可塑性ポリマーの「クリスタルボンド」を用いる時は、クリスタルボンドをアセトンに溶解した液を台ガラス2に塗布し、TFT基板1を重ね合わせて、150～160℃/13.3322Pa（0.1torr）の条件で真空加熱し、両者の間に介在する気泡を脱泡して密着させる。この後、真空ブレイクして大気圧に戻す時の圧力でさらに脱泡を促進させるとともに、接着剤3の厚みを均一化し、例えば1μm～3μmとする。又、ホットメルト系水溶性固形ワックス（例えば日化精工（株）のアクアワックス80/553、PEGワックス20など）の場合は、メタノールに30～40重量%溶融させろ過して異物除去した液を台ガラスにスピン塗布し、TFT基板1を重ね合わせて、80～100℃/13.3322Pa（0.1torr）の条件で真空加熱し、両者の間に介在する気泡を脱泡して密着させる。この後、真空ブレイクして大気圧に戻す時の圧力でさらに脱泡を促進させるとともに、接着剤3の厚みを均一化し、例えば1μm～3μmとする。更に、水溶性液状ワックス（例えば日化精工（株）のアクアリキッドWA-302など）の場合は、例えば4～5cPの粘度のその液を台ガラスにスピン塗布し、TFT基板1を重ね合わせて、70～80℃/13.3322Pa（0.1torr）の条件で真空加熱し、両者の間に介在する気泡を脱泡して密着させる。この後、真空ブレイクして大気圧に戻す時の圧力でさらに脱泡を促進させるとともに、接着剤3の厚みを均一化し、例えば1μm～3μmとする。

【0015】これに代えて、紫外線硬化型接着剤（厚み10±1μm）を両面に形成したポリオレフィンテープ（厚み100±2μm）又は加熱硬化型接着剤を両面に形成したポリオレフィンテープ（厚み100±2μm）で、台ガラス2とTFT基板1を接着してもよい。この時、両者の間に気泡が発生しない様に真空脱泡処理を施

してもよい。

【0016】続いて(B)に示すように研磨工程を行ない、台ガラス2に保持された状態でTFT基板1の裏面1bを研磨して肉厚を薄くする。例えば、台ガラス2を基準にTFT基板1を裏面1bより片面光学研磨加工して、所定厚み(例えば $20 \pm 3 \mu\text{m}$ )のTFT薄基板1を作成する。この時、台ガラス2の寸法精度は平行度が $1 \sim 3 \mu\text{m}$ で2mmの厚みとする。研磨方法としては、片面バフ光学研磨を採用できる。この場合、粗研磨、中研磨、仕上げ研磨の順に行ない、アルミナ、酸化セリウムなどの研磨剤の粒径をそれに応じて小さくして面精度を上げていく。片面粉粒噴射加工と片面バフ光学研磨を組み合わせてもよい。噴射加工では、高圧空気中に炭化珪素、炭化ボロン、ダイヤモンドなどの研磨剤からなる粉粒体を分散させた相流を、ノズルの先端側のスリット状噴流口から一定量噴流させ、TFT基板1の裏面1bに亘って往復走査しながら照射し、研磨する。その後さらに面精度を上げる為と粉粒噴射による残留ストレス除去の為、バフ光学研磨で仕上げを行なう。あるいはCMP(化学機械研磨)で片面光学研磨を行なってもよい。この場合は片面バフ光学研磨と同様に、粗研磨、中研磨、仕上げ研磨の順に行なうことが好ましい。あるいは、片面ガラスエッチングと片面バフ光学研磨を組み合わせてもよい。この時はフッ酸系エッチング液で所定厚さまでガラスエッチングし、TFT基板1をある程度薄くする。ガラスエッチングで生じた表面うねりを、バフ光学研磨の仕上げ研磨で除去する。フッ酸系エッチング液に耐える保護用接着剤又はテープを使用する必要がある。あるいは、片面ガラスエッチングとCMPでの片面光学エッチングを組み合わせてもよい。まず石英ガラスなどからなるTFT基板1の裏面1bをフッ酸系エッチング液で所定厚さまでガラスエッチングし、残った表面うねりをCMPによる片面光学研磨で除去する。この場合も、フッ酸系エッチング液に耐える保護用接着剤又はテープを使用する必要がある。

【0017】次に(C)に示す様に貼合工程を行ない、TFT基板1の研磨された裏面1bに、光学樹脂5を介してマイクロレンズアレイを貼合する。具体的には、石英ガラス、ネオセラム等の光学ガラスを加工して各マイクロレンズ面4rを二次元的に配列したマイクロレンズ基板(ML基板)4を作成する工程と、研磨されたTFT基板1の裏面1bとこのML基板4を位置合わせして重ね合わせ、両者の間に基板よりも高屈折率の透明光学樹脂5を充填硬化する工程とを行なう。この場合、シール材6を介して、TFT基板1の裏面1bとML基板4を接着して閉じた空隙を形成し、この空隙に高屈折率の透明光学樹脂5を充填封入する。

【0018】具体的には、ML基板4の周囲に注入口を設けたシール材6の枠を形成する。研磨により薄くなったTFT基板1とML基板(マイクロレンズ基板)4を

所定ギャップで重ね合わせ、シール材6を固着させる。シール材が熱硬化型の接着剤からなる時は、所定温度で硬化させる。紫外線照射硬化型の接着剤を用いる時は、所定の紫外線照射で硬化させる。紫外線照射と熱硬化を併用する接着剤では、所定の紫外線照射及び加熱を施す。この後、高屈折率の透明光学樹脂5を注入口より注入封止し、加熱硬化させる。この時、液状の高屈折率透明樹脂5を注入口より注入して、注入口を紫外線硬化型接着剤で封止する。例えば、アクリル系又はアクリルエポキシ系の高屈折率透明樹脂は、粘度が $20 \sim 100 \text{CPS}$ であり、真空中でディスペンス塗布又はディッピングし、大気圧に戻す時の圧力で注入する。この時必要に応じて適当に加圧してもよい。この高屈折率透明光学樹脂は $70 \sim 80^\circ\text{C}$ で120分キュアすることで、屈折率が $1.59 \sim 1.67$ の高屈折率の透明光学樹脂5が得られる。比較的低屈折率のマイクロレンズ基板4に形成されたレンズ面4rに高屈折率の光学樹脂5を充填硬化することで、マイクロレンズを自動的に作成することが可能である。尚、TFT基板1に形成された画素電極とマイクロレンズ基板4側に形成されたレンズ面4rを一对で整合させる為、TFT基板とML基板の両方に形成されたアライメントマークを重ね合わせた上で、両者をシール材6により固着する。

【0019】続いて(D)に示す様に、剥離工程を行ない、TFT基板1の表面1fから使用済みとなった台ガラスを剥離する。これにより、TFT基板1の裏面1bにマイクロレンズアレイを一体化することができる。具体的には、加熱又は紫外線照射することで台ガラスをTFT基板1から剥離することができる。接着剤が熱可塑性ポリマーのクリスタルボンドあるいはシアノアクリレート系接着剤の場合は台ガラスを加熱剥離した後、全体をアセトン、アセトン+エタノール、メタノール、IPAなどの有機溶剤で超音波洗浄する。接着剤がホットメルト系水溶性ワックス(例えば日化精工(株)のアクアワックス80/553、PEGワックス20など)の場合は、純水又は $50 \sim 60^\circ\text{C}$ の温純水で超音波洗浄する。尚、使用済みとなった高精度の台ガラスは、洗浄後に再使用することが望ましい。

【0020】最後に(E)に示す様に、片面研磨したTFT基板1とマイクロレンズ基板4とを一体化して作成されたマイクロレンズTFT基板(MLTFT基板)7と、同じくマイクロレンズ基板と対向基板を一体化して得られたマイクロレンズ対向基板(ML対向基板)17とをシール材8で互いに所定ギャップで重ね合わせし、両者の間に液晶9を注入封止して、デュアルマイクロレンズ構造のアクティブマトリクス型液晶表示素子が完成する。マイクロレンズ対向基板17は、マイクロレンズTFT基板7と同様の工程により作成することができる。すなわち、対向基板11の表面側は研磨されており、これに対してシール材16を介しマイクロレンズ基

板14が貼合している。マイクロレンズ基板14にはあらかじめマイクロレンズ面14rが形成されている。片面研磨された対向基板11とマイクロレンズ基板14との間に高屈折率の光学透明樹脂15を充填硬化することで、ML対向基板17が完成する。尚、対向基板11の表面側で液晶9と接する面には、あらかじめ対向電極が形成されている。

【0021】本液晶表示素子は、ML TFT基板7側に形成された画素電極とML対向基板17側に形成された対向電極との間に液晶9が保持されたパネル構造を有する。ML対向基板17側には各画素電極に光を集光するマイクロレンズが二次元的に配列したマイクロレンズアレイが一体的に形成されている。ML TFT基板7側には、各画素電極毎にフィールドレンズとして機能するマイクロレンズが同じく二次元的に配列したマイクロレンズアレイが一体的に形成されている。尚前述した研磨工程では、パネルに組み立てた段階でフィールドレンズとして機能するマイクロレンズの焦点が集光レンズとして機能するマイクロレンズの主点とほぼ一致する様に、TFT基板1や対向基板11の研磨を行なって肉厚を削る。例えば、TFT基板1は20 $\mu$ m程度まで薄肉化されており、上述した条件を満たすことができる。この様にフィールドレンズの焦点が集光レンズの主点とほぼ一致する様に配置することで、画素の実効開口率を最大限まで拡大することが可能になる。画素が微細化するに連れ、マイクロレンズの焦点も短くなり、その分各基板の肉厚を相当程度薄くする必要がある。その際、本発明を適用することで、合理的且つ効率的に、TFT基板や対向基板の薄肉化を達成できる。尚、マイクロレンズのレンズ面4r、14rは、球面、非球面又はフレネル面に加工することができる。球面レンズは加工の面で有利であるが、焦点距離が最短となる曲率半径が画素寸法に規制されるので、レンズ界面での屈折率差が十分に確保できなければ、短焦点化は難しい。非球面及びフレネル面はレンズ短焦点化及びレンズ主面の平面性の点で優れており、光源光の発散角を抑える効果の高いレンズ形状ができる。

【0022】図2は本発明に係る液晶表示素子の製造方法の実施例を示す工程図である。本実施例では、多面取りの可能な大面積TFT基板（TFT大基板）を用いて、プロセスの合理化を図っている。所定のプロセスまで大面積基板を使い、後の工程で個々のパネルに対応した単基板に切り離す。図では（面）が多面プロセスを表わし、（単）が単面プロセスを表わしている。まずステップS1でTFT大基板を用意する。その寸法は例えば直径が8インチである。ステップS2で8インチの台ガラスをTFT大基板に貼り合わせる。ステップS3で片面光学研磨を行ない、TFT大基板の厚みを20 $\mu$ mまで薄くする。ステップS4で、あらかじめ用意した8インチのML基板を、高屈折率樹脂により、片面研磨され

たTFT大基板に貼合する。続いてステップS5で、使用済みとなった台ガラスを剥離洗浄する。

【0023】その後ステップS6で、露出したTFT大基板の表面側に配向処理を施す。例えばTFT大基板の表面にポリイミド配向膜を成膜した後ラビング処理を行なう。その際、前工程で比較的耐熱性の低い高屈折率樹脂が組み込まれているので、ステップS6の配向処理では低温用のポリイミド配向膜を用いることが好ましい。但し、最近のポリイミド樹脂は比較的低い温度で硬化するものも多く、必ずしも低温用のポリイミド配向膜を使う必要はない。場合によってはポリイミド配向膜に代えて、DLC（ダイヤモンド・ライク・カーボン）膜を形成し、指向性を有するイオン照射処理で配向処理を行なっても良い。あるいは、SiO<sub>x</sub>の斜方蒸着で配向処理を行なってもよい。尚、具体的な配向処理では、ロールコーティング、スピンコーティングなどでポリイミドなどの配向膜を形成し、バフ材によるラビング配向処理を行なう。あるいは、DLC膜を5nm程度形成し、指向性のイオン照射で配向処理する。あるいはSiO膜を50nmの膜厚で斜方蒸着し配向処理を行なう。この後ステップS7で8インチのTFT大基板を、0.9インチ角の個々の単基板に分割する。例えばダイシング又は炭酸ガスレーザーなどでTFT大基板を分割できる。これにより、マイクロレンズ内蔵TFT基板が得られる。

【0024】最後に、良品のマイクロレンズ内蔵TFT基板と、同じく良品のマイクロレンズ内蔵対向基板を所定ギャップで重ね合わせ、そのギャップ内にネマティック液晶などの液晶材料を注入し、注入口を封止する。具体的には、マイクロレンズ内蔵TFT基板又はマイクロレンズ内蔵対向基板のいずれか一方の周辺に、注入口を設けたシール材の枠を形成する。マイクロレンズ内蔵TFT基板とマイクロレンズ内蔵対向基板とを両者に設けたアライメントマークで重ね合わせ、シール材を固着する。注入口より液晶を注入した後、注入口は紫外線照射型接着剤で封止する。その後液晶を加熱及び急冷却して配向処理する。

【0025】以上の様に本実施例では、あらかじめ複数個分のパネルに対応する面積を有する面基板に対して接着工程、研磨工程、貼合工程及び剥離工程を行なって、当該面基板に複数個分のマイクロレンズアレイを一体化した後、適当な段階で個々のパネルに対応した単基板に切り離す分割工程（ステップS7）を行なっている。これにより、製造プロセスの合理化を図ることができる。本実施例では、片方の面基板に複数個分のマイクロレンズを形成した後、すぐに分割工程を行なって個々のパネルに対応した片方の単基板に切り離し、あらかじめマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の単基板と一对一に所定ギャップで重ね合わせして、パネルに組み立てている（ステップS8）。又、本実施例では、剥離工程（ステップS5）により基板の表面から台ガラスを剥離



洗浄した後、露出した表面に対して、先にステップS4で一体化したマイクロレンズアレイの耐熱性を損わない温度範囲で、液晶層を配向する為の配向層を形成している（ステップS6）。

【0026】図3は、図2に示した分割工程（ステップS7）の具体的な手法を示す模式図である。この分割工程は、ダイシングや炭酸ガスレーザーなどにより大基板を分割して、所定サイズの単品のマイクロレンズ内蔵TFT基板を作成するものであり、図示の様に二段階方式を採用している。（A）に示す第一段階では、面基板7を個々のパネルに区分する境界に沿って第一のダイシングを行ない、断面V字型の溝を形成する。この為、Vカットダイシングブレード21を用いる。更に（B）に示す第二段階では、通常のダイシングブレード22を用いて第二のダイシングを行ない、溝を完全に切断し、各パネル毎に切り離す。これにより、端面がテーパ加工された単基板を作成することができる。この様にVカット溝の面取りをした後フルカットダイシングをすることにより、面取りが可能となる。この様に面取りをした単基板はパネルに組み立てる際、TFT薄基板の端面クラックやひび割れを防止することが可能である。尚、第一及び第二のダイシングは、デュアルダイサーを用いて連続作業とすることが望ましい。

【0027】図4は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法の他の実施例を示す工程図である。図2に示した先の実施例と異なる点は、ステップS7とステップS8を逆にしたことである。すなわち本実施例では配向処理したML内蔵TFT大基板内の良品に、配向処理したML対向基板の良品を単個で重ね合わせ組み立てる（ステップS7）。液晶注入封止後に、ステップS8でML内蔵TFT大基板を分割し、個々のパネルを得ている。図2に示した先の実施例に比較し、最終段階の直前まで多面プロセスを採用できるので、より合理的である。以上の様に本実施例は、片方の面基板に複数個分のマイクロレンズアレイを形成した後、あらかじめマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の単基板を個々に面基板に組み付け（ステップS7）、しかる後分割工程（ステップS8）を行なって個々のパネルに切り離している。

【0028】図5は、図4に示した組立ステップS7の具体的な方法を示す模式図である。図示する様に、マイクロレンズ内蔵TFT大基板7の良品部分に、良品のマイクロレンズ内蔵単基板17を所定ギャップで重ね合わせ、シール材8で固着し、両基板7、17の間隙内に液晶9を封入封止する。具体的には、MLTFT大基板7に紫外線照射型もしくは加熱硬化型のシール材8を塗布し、ML対向基板17とMLTFT基板7の双方に設けたアライメントマークで両者を位置合わせし所定ギャップで重ね合わせて、紫外線照射もしくは加熱硬化で固着する。この後、液晶9を注入し、注入口を紫外線照射型の接着剤で封止する。この様にして組立ステップS7を

完了した後、ステップS8でダイシングもしくはレーザーにより分割工程を行なう。一点鎖線で示す様に、各パネルの境界に沿ってダイシングを行ない、パネル毎に切り離す。その際、TFT薄基板1の端面クラックやひび割れを防止する為、Vカットで面取りした後フルカットダイシングをすることが好ましい。

【0029】図6は、図5に示したML対向基板17の製造方法の一例を示す工程図である。（A）に示す様に、まず個々のマイクロレンズ面14rをあらかじめ形成したML基板14の周囲にシール材16で枠を形成する。カバーガラス基板11とML基板14を所定ギャップで重ね合わせ、シール材16を固着させる。その後（B）に示す様に、高屈折率透明光学樹脂15をカバーガラス基板11とML基板14の間隙に注入して加熱硬化する。続いて紫外線照射硬化型の接着剤で封止する。更にカバーガラス基板11の裏面から片面光学研磨で薄肉化し、ML対向基板17を作成する。片面光学研磨したカバーガラス基板11の全面にITOなどの透明導電膜を成膜し、対向電極18とする。その上にポリイミド配向膜19を形成し、ラビングなどで配向処理する。この時に、ML対向基板17よりカバーガラス基板の厚みを薄くして、両面光学研磨（ML対向基板とカバーガラス基板の両面を同時に光学研磨）することで、所定膜厚のカバーガラス基板を形成してもよい。尚、マイクロレンズ面14rに高屈折率の透明樹脂を充填してML基板14を形成し、その表面に透明樹脂膜を形成し、更にSiO<sub>2</sub>のスパッタ又は蒸着膜を積層形成することでカバーガラス基板の代わりにしてコストダウンしてもよい。この様にして完成した単個型のML対向基板17を、図5に示した多面タイプのMLTFT大基板7に組み付ける。

【0030】図7は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法の別の実施例を表わしており、図2に示した先の実施例の改良版となっている。図2の実施例では、ステップS4でマイクロレンズアレイを一体化した後、ステップS6で配向処理を行なっていた。この場合、マイクロレンズアレイを構成する高屈折率樹脂の耐熱性に鑑み、配向処理では低温成膜のポリイミドフィルムを使わざるを得なかった。これに対し、本実施例ではステップS2で先に配向処理を行なった後、ステップS5でマイクロレンズアレイを一体化している。この為、配向処理では特に低温成膜のポリイミドを使う必要はなく、性能や安定性に優れた高温成膜のポリイミドフィルムを使うことができる。以上の様に本実施例では、接着工程、研磨工程、貼合工程及び剥離工程を行なって基板の裏面にマイクロレンズアレイを一体化する前に、あらかじめ基板の表面に対して液晶層を配向する為の配向層を形成する配向工程（ステップS2）を行なっている。一般のポリイミド膜は180℃前後でキュアし、一般の高屈折率透明樹脂は60～120℃の低温でキュアする。従って、高

屈折率透明樹脂のマイクロレンズを搭載したTFT大基板に、一般のポリイミド膜を形成することは不相当であり、先の図2の実施例では低温用ポリイミド膜又はDLC膜を配向膜としていた。これに対し本実施例では、高屈折率樹脂を用いたマイクロレンズアレイの一体化に先立って配向処理を行なっている為、180℃前後でキュアする高温成膜タイプのポリイミド膜を通常通り使用することが可能である。

【0031】図8は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法の別の実施例を示す工程図である。基本的には、図4に示した先の実施例と同様で、MLTFT大基板にML対向基板を組み付けた後、個々のパネルに分割している。異なる点は、先に配向処理（ステップS2）を行なった後、ステップS5で高屈折率の透明光学樹脂を用いたマイクロレンズアレイの一体化を行なっていることである。配向処理を先行させることで、図7の実施例と同様に、高温タイプのポリイミド膜を使うことができる。

【0032】図9は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法のさらに別の実施例を示す工程図である。本実施例では、ステップS7において、MLTFT大基板とML対向大基板とを組み立て、その後ステップS8で個々のパネルに分割している。最終段階に至る直前まで、両方共大基板を用いている為、製造工程は一層合理化される。但し、良品と不良品の選別は、最終段階の後単品検査で行なうことになる。以上の様に本実施例では、複数個分のマイクロレンズアレイを一体化した片方の面基板と、同じく複数個分のマイクロレンズアレイを一体化したもう片方の面基板とを所定ギャップで重ね合わせして複数個分のパネルを組み立てた後（ステップS7）、ステップS8で分割工程を行なって個々のパネルに切り離している。尚、本実施例では、ステップS4で先に高屈折率の透明光学樹脂を用いたマイクロレンズアレイの一体化を行なった後、ステップS6で低温用ポリイミド膜もしくはDLCを用いて配向処理を行なっている。

【0033】図10は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法のさらに別の実施例を示す工程図である。基本的には、図9に示した実施例と同様であり、大基板同士を貼り合わせた後、個々のパネルに分割している。異なる点は、ステップS2で配向処理を先行させた後、ステップS5で高屈折率の透明光学樹脂を用いたマイクロレンズアレイの一体化を行なっていることである。配向処理を先行させることで、通常の高温成膜ポリイミドフィルムを使うことが可能になる。

【0034】図11は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法のさらに別の実施例を示す工程図である。先の実施例と異なり、本実施例は基本的に多面プロセスを採用することなく、単面プロセスでパネルを組み立てている。まずステップS1で8インチ径のTFT大基板を作成した後、ステップS2でダイシングもしくは炭酸ガスレーザーを用いた分割を行ない、例えば0.9インチの

TFT単基板を作成する。尚、必要に応じて表面保護及びハロゲン汚染防止用のレジスト膜をTFT基板の表面にコーティングしてもよい。続いてステップS3で、TFT基板に同じく0.9インチの台ガラスを貼り合わせる。台ガラスは例えばホウケイ酸ガラスからなる一方、TFT基板は例えば合成石英ガラスからなる。台ガラスの平行度は1〜2μmと高精度仕上げしておく。台ガラスとTFT基板は熱可塑性透明ポリマー接着剤又は紫外線照射硬化型接着剤の両面透明テープあるいは熱硬化型接着剤の両面透明テープで互いに接着される。その後ステップS4でTFT基板裏面を片面光学研磨し、厚みを20μmまで薄くする。TFT基板の厚みのばらつきは好ましくは±3μm以内に抑える。ステップS5に進み、薄肉化したTFT基板とあらかじめマイクロレンズ面を形成したマイクロレンズ基板（ML基板）を重ね合わせ、高屈折率の透明光学樹脂を注入封止する。ML基板は同じく0.9インチのサイズである。この後ステップS6で台ガラスを剥離し洗浄する。台ガラスは高精度仕上げが成されているので、再使用に供する。台ガラスは加熱剥離することができる。この後有機溶剤で洗浄する。あるいは紫外線照射硬化後に剥離洗浄してもよい。さらにステップS7で配向処理を行なう。例えば低温用のポリイミド配向膜を形成し、バフ材によるラビング処理を行なう。あるいはDLC膜を形成し、指向性のイオン照射を行なって配向膜としてもよい。最後にステップS8で、同じく単個型のML対向基板を用意し、これとMLTFT基板を所定ギャップで重ね合わせ、液晶を注入した後封止する。例えば紫外線照射型のシール材で一方の基板に枠を塗布し、他方の基板を所定ギャップで重ね合わせ、両方に設けたアライメントマークで位置合わせし、紫外線を照射してシール材を硬化し、両基板を固着する。これにより空のパネルが得られる。シール材の一部に形成された開口を介して空のパネルに液晶を注入封止すると、デュアルマイクロレンズ構成の液晶表示素子が完成する。

【0035】図12は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法のさらに別の実施例を示す工程図である。基本的には、図11に示した先の実施例と同様に、全体を通じて単面プロセスを採用している。異なる点は、ステップS3の配向処理を、ステップS6の高屈折率の透明光学樹脂を用いた貼合プロセスに先行させていることである。

【0036】図13は、本発明に係る液晶表示素子の製造方法の他の実施例を示す模式図である。本実施例では前工程で、あらかじめ対向電極が形成された第一の基板にマイクロレンズアレイを一体化して、ML対向基板17を作成しておく。この後組立工程を行ない、あらかじめ画素電極及びこれを駆動するスイッチング素子が形成されたTFT基板1の表面1fに、マイクロレンズを一体化した対向基板（ML対向基板）17を所定ギャップ

で重ね合わせし液晶を注入封止してパネルを組み立てる。この後、接着工程を行ない、ML対向基板17を介してTFT基板1の表面1f側に台ガラス2を接着する。その際、接着剤3として、ホットメルト系水溶性ワックス、蜜蝋、シアノアクリレート系接着剤などを用いることができる。あるいは、アクリレート系非塩素系有機溶剤（アセトン、アセトン及びエタノール、IPAなど）で希釈した接着剤で、ML内蔵対向基板17側に台ガラス2を貼り合わせる。この後研磨工程を行ない、台ガラス2にパネルごと保持された状態でTFT基板1の裏面1bを研磨する。さらに続いて貼合工程を行ない、研磨されたTFT基板1の裏面1bにマイクロレンズアレイを貼合する。先の実施例と異なり、本実施例は先にパネルを組み立てた後でTFT基板裏面の研磨及びマイクロレンズアレイ一体化を行なうことに特徴がある。

【0037】図13に示した製造方法では、既に画素電極や薄膜トランジスタが集積形成されたTFT基板1に対して研磨処理を施す為、あらかじめ静電気ダメージ対策を施すことが好ましい。図14の例では、静電気ダメージ対策として糊残りのない導電材24が用いられている。図示する様に、マイクロレンズ内蔵対向基板17とほぼ同じ厚みのテープ、特に糊残りのない導電性糊テープでTFT基板1に形成された取り出し端子をショートさせ、台ガラス2を接着剤3で固着している。

【0038】図15に示した静電気ダメージ対策では、外部接続用のフレキシブルプリント基板などからなるコネクタ26を熱圧着でTFT基板1の接続端子に取り付けた後、台ガラス2を接着剤3又は両面テープで固着させている。更に、台ガラス2とTFT基板1の間に生じた隙間に前記接着剤を埋め込むか、又はマイクロレンズ内蔵対向基板17とほぼ同じ厚みのテープ部材25を挿入し、コネクタ26の安定化を図っている。コネクタ26の長さは後工程で行なうTFT基板1の片面光学研磨に支障を及ぼさない程度に短かくすると同時に、その端子は研磨剤などで汚れない様にショート及びカバーしておく。この様に本実施例の研磨工程では、TFT基板1に形成された複数の外部接続用の端子を互いに同電位に保持した状態で、TFT基板1の裏面を研磨する様にし、もって静電気ダメージ対策を取っている。

【0039】図16は、図14に示したパネルの研磨処理を示す模式図である。図示する様に、パネルの台ガラス2側を研磨用ワークホルダー29に貼り合わせ、台ガラス2基準でTFT基板1の裏面1bを研磨する。この時、パネルに封入された液晶9が転移温度以上とならない様に、冷却しながら片面研磨を行なうことが好ましい。これにより、液晶9の配向状態を維持することができる。図示の例は片面バフ光学研磨を行なっており、研磨盤27に対して一定荷重でTFT基板1の裏面1bを押し付け、研磨剤を常時一定量研磨盤27に供給する。

【0040】具体的には、錫盤、ビニール盤、クロス盤

などの研磨盤27をその中心軸を中心として回転させ、この研磨盤27上に炭化珪素、アルミナ、ダイヤモンドなどの研磨剤を含んだ水、オイル、有機溶剤などの液体を常時一定量滴下し、ワークホルダー29に固着したワークを研磨盤27におしつけて荷重を掛け、その表面を研磨加工する。この時、粗研磨、中研磨、仕上げ研磨を順に行ない、研磨剤の粒径をそれに応じて小さくして面精度を上げていく。加工量が多い時は、粗研磨で目標に近い厚さにワークを研磨した後、中研磨及び仕上げ研磨をする。例えばTFT基板1の厚みが800 $\mu$ mとすると、粗研磨で700 $\mu$ m削り、中研磨で750 $\mu$ mまで削り、最後の仕上げ研磨でTFT基板1の厚みを20 $\mu$ mとする。この時TFT基板厚みの目標が20 $\pm$ 3 $\mu$ mなので、仕上げ研磨は10 $\mu$ mの研磨量毎に、TFT基板表面のアライメントマーク基準に光学式又はレーザー式段差深さ測定器で残り厚みを確認しながら行なう。その際、TFT基板と対向基板は2 $\sim$ 3 $\mu$ mギャップで重ね合わせ、且つシール材で互いに固着し、しかも1画素毎にスペーサが当たって支えており、十分な強度を保持しており、パネルが剥離する様なことはない。

【0041】図17は、粉粒噴射加工を用いた研磨処理を示す模式図である。図示する様に、高圧空气中に炭化珪素、炭化ボロン、ダイヤモンドなどの研磨剤からなる粉粒体を分散させた相流をスリット状ノズル30の先端側の噴射口から一定量噴射させ、TFT基板1の裏面1bに沿って往復走査して、研磨していく。この時粗研磨、中研磨、仕上げ研磨を順に行ない、研磨剤の粒径をそれに応じて小さくして面精度を上げていく。加工量が多い時は、粗研磨で目標に近い厚さにワークを研磨した後の中研磨及び仕上げ研磨する。例えばTFT基板1の厚みが800 $\mu$ mとすると、粗研磨で500 $\mu$ m削り、中研磨で700 $\mu$ m削り、最後の仕上げ研磨で750 $\mu$ m研磨除去し、50 $\mu$ mを残す。

【0042】TFT基板の粉粒噴射加工仕上げが50 $\mu$ mとすると、TFT基板厚の目標が20 $\pm$ 3 $\mu$ mなので、仕上げ研磨は例えば図16に示したバフ光学研磨を採用することができる。この光学研磨は10 $\mu$ mの研磨量毎にTFT基板表面のアライメントマーク基準に光学式又はレーザー式段差深さ測定器で残り厚みを確認しながら行なう。

【0043】図18は、図16に示した研磨工程の後で、TFT薄基板1の裏面にマイクロレンズ基板4を貼り合わせる工程を示している。図示する様に、台ガラス2、ML内蔵対向基板17及びTFT薄基板1が一体となった状態で、TFT薄基板1の裏面に、紫外線照射硬化型又は紫外線照射+熱硬化型のシール材6をディスプレイ塗布して枠を形成し、マイクロレンズ基板4をアライメントマーク基準で所定ギャップで重ね合わせ、紫外線照射してシール材6を硬化させる。この時、シール材6の厚みでマイクロレンズの焦点距離を微調整するが、

このシール材6中にシール性を悪化させない範囲で所定サイズのスペーサ（金属、ガラス、セラミックスその他の材質からなり、単独又は適当比率で混合して用い、好ましくは球状又はファイバー状のもの）を混入しておくことで微調整がし易い場合がある。

【0044】この後図19に示す様に、棒状シール材6に設けた注入口から高屈折率の透明光学樹脂5を真空及び加圧で注入し、注入口を紫外線照射硬化型接着剤で封止する。この後図示しないが、加熱してシアノアクリレート系接着剤3を溶融させて台ガラス2を剥離し、パネル全体をIPA、アセトン、アセトン+エタノール、メタノールなどの有機溶剤で洗浄する。尚、ホットメルト系水溶性ワックスの場合は加熱して台ガラス2を剥離し、パネル全体を純水又は50～60℃の温純水で超音波洗浄する。

【0045】図20の(a)は、パネルを保持する台ガラスに代え、治具2aを用いた例を表わしている。台ガラスを兼ねる治具2aは研磨盤のワークホルダー29に固定されている。治具2a及びホルダー29内には真空吸着用の通路2bが形成されている。TFT基板1とマイクロレンズ内蔵対向基板17を組み立てたパネルは真空吸着により治具2aに固定された状態で、研磨加工される。この時に、治具2aに設けた導電性パッド2pでTFT基板1の外部接続端子1tをショートさせることで研磨時の静電気ダメージを防止するのが望ましい。図20の(b)、(c)に示す例は、台ガラスを兼ねる治具2aを複数個設けた大研磨盤のワークホルダー29にLCDパネルが固定される。TFT基板1側を上にして、ML対向基板17側を治具2aの凹部にセットして真空吸着で固定させ、TFT基板裏面を片面研磨する。この時も、治具2aに設けた導電性パッドでTFT基板の外部接続端子をショートさせることで研磨時の静電気ダメージを防止するのが望ましい。一般にプロジェクタ用の高温ポリシリコンTFTLCDに用いられるTFT基板及び対向基板の合成石英ガラスは高精度の表面及び寸法仕上げの仕様となっている。そこで、図13～20に示した各実施例において研磨作業途中での膜厚チェックを十分にすることで、対向基板を台ガラスの代用とすることが可能であり、台ガラスを廃止してコストダウンを図ってもよい。

【0046】図21は、本発明に従って製造された液晶表示素子の別の例を示す模式的な断面図である。マイクロレンズ内蔵対向基板17とマイクロレンズ内蔵TFT基板7はシール剤8により所定ギャップで重ね合わせて固着しており、両者の間に液晶9が保持されている。ここで、研磨により薄肉化されたTFT基板1の裏面に一体化されたマイクロレンズアレイは、レンズ面rが二重構造となっている。すなわち、屈折率 $n_{g1-2}$ の透明樹脂層4に形成された凸レンズ面と、同じく屈折率が $n_{g2-2}$ の透明樹脂層4'に形成された凸レンズ面は、

シール材6により互いに対向配置しており、両者の間に屈折率 $n_1$ の透明光学樹脂5が封入され、マイクロレンズを構成している。この時、透明光学樹脂5の屈折率 $n_1$ は、透明樹脂層4、4'の屈折率 $n_{g1-2}$ 、 $n_{g2-2}$ よりも低い。マイクロレンズ内蔵対向基板17側も同様の構成となっており、屈折率が $n_{g1-1}$ の透明樹脂層と屈折率が $n_{g2-1}$ の透明樹脂層との間に、屈折率が $n_1$ の透明光学樹脂15が挿入されている。

【0047】図22は、本発明に従って製造された液晶表示素子の具体的な形状寸法例を表わしている。MLTFT基板7とML対向基板17は所定ギャップで重ね合わせて固着しており、両者の間に液晶9が保持されている。ML対向基板17側のマイクロレンズの焦点距離は空气中換算で $F_1=30.69\mu\text{m}$ である。マイクロレンズはレンズ面14rを境にして屈折率が1.45の透明樹脂層と屈折率が1.66の透明光学樹脂15が互いに接した構造となっている。対向基板11は屈折率が1.54のネオセラムガラスからなり、研磨により薄肉化されている。レンズ面14rの深さは $10.3\mu\text{m}$ であり、対向基板11の厚みは $20\mu\text{m}$ に薄肉化されている。一方MLTFT基板7に形成されたマイクロレンズの焦点距離は空气中換算で $F_2=41.4\mu\text{m}$ （実寸 $64.6\mu\text{m}$ ）である。レンズ面4rを境にして屈折率1.44の透明樹脂層と屈折率が1.596の透明光学樹脂5が境を接し、マイクロレンズを構成している。屈折率が1.46の石英基板1は $20\mu\text{m}$ に薄肉化されている。この様にして、ML対向基板17側に形成された集光レンズと、MLTFT基板7側に形成されたフィールドレンズとの間の主点間距離は $64.6\mu\text{m}$ となっている。尚、TFT画素ピッチは $18\mu\text{m}$ である。以上の寸法は、焦点距離を除いて全て実寸の値である。

【0048】図23は、本発明に従って製造されたデュアルマイクロレンズ構成の液晶表示素子の光学特性を示す模式図である。集光用のレンズ面を対向基板側に配置するとともに、フィールド機能を有するレンズ面をTFT基板側に配置した構成となっている。この例に係る液晶パネルは、TFT基板50Bと、このTFT基板50Bの光の入射面側に液晶層45を介して対向配置された対向基板50Aとを備えている。

【0049】対向基板50Aは、光の入射側から順に、ガラス基板41と、透明樹脂層43Aと、第一のマイクロレンズアレイ42Aと、薄肉化された対向基板44Aとを有している。一方、TFT基板50Bは、光の入射側から順に、画素電極46及びブラックマトリクス47と、薄肉化されたTFT基板44Bと、第二のマイクロレンズアレイ42Bと、透明樹脂層43Bと、ガラス基板48とを有している。

【0050】第一のマイクロレンズアレイ42Aは透明光学樹脂により構成され、各画素電極46に対応して二次元的に設けられた複数の第一のマイクロレンズ42M

−1を有している。各マイクロレンズ42M−1は、正のパワーの第一のレンズ面R1を有し、集光用のレンズとして機能する。本例では、透明樹脂層43Aの屈折率 $n_1$ 、第一のマイクロレンズアレイ42Aの屈折率 $n_2$ とが、 $n_2 > n_1$ の関係を満たし、第一のレンズ面R1が、光の入射側（光源側）に凸形状となっている。

【0051】第二のマイクロレンズアレイ42Bも、第一のマイクロレンズアレイ42Aと同様に、透明光学樹脂により構成され、各画素電極46に対応して二次元的に設けられた複数の第二のマイクロレンズ42M−2を有している。各マイクロレンズ42M−2は、正のパワーの第二のレンズ面R2を有し、フィールドレンズとして機能する。すなわち、第二のレンズ面R2についての焦点位置は、第一のレンズ面R1（第一のマイクロレンズ42M−1）についての主点位置にほぼ一致している（点線光路）。本例では、透明樹脂層43Bの屈折率 $n_4$ が第二のマイクロレンズアレイ42Bの屈折率 $n_3$ に比べ大きくなっており、第二のレンズ面R2が、光の出射側に凸形状となっている。

【0052】本例では、画素開口が2つのマイクロレンズ42M−1、42M−2の間（2つのレンズ面R1、R2の間）に位置するデュアルマイクロレンズ構造となっている。光軸60上で2つのマイクロレンズ42M−1、42M−2の合成の焦点位置が、画素開口の付近に位置している（実線光路）。合成の焦点位置と画素開口との位置合わせは、例えばマイクロレンズ42M−1、42M−2と画素開口との間の厚みを調整することにより制御可能である。本構成は実効開口率が最もよくなるが、従来加工性の難易度は最も高いものとされていた。本発明は、この加工性の難易度を克服して、図示のデュアルマイクロレンズ構造を実現したものである。

【0053】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明によれば、対向基板とTFT基板の両方にマイクロレンズを内蔵したデュアルマイクロレンズ構成の液晶表示素子を実現できる。これにより、実効開口率の向上や光源光の利用効率向上が可能となり、高輝度化が達成できる。更に、投射型表示装置に適用した場合、セットのダウンサイジング、投射レンズのコストダウンなどが可能になる。又、Vカットダイシングで面取りし、その後にフルカットダイシングを採用することで、TFT基板のクラックひび割れ防止が可能となり、歩留り及び品質が改善する。片面光学加工時の静電気ダメージ及びTFT薄基板のクラックが防止できるので、歩留り及び品質が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る液晶表示素子の製造方法を示す工程図である。

【図2】本発明に係る液晶表示素子の製造方法の実施例を示す工程図である。

【図3】分割工程を示す模式図である。

【図4】他の実施例を示す工程図である。

【図5】組立工程を示す模式図である。

【図6】マイクロレンズ内蔵対向基板の製造方法を示す模式図である。

【図7】他の実施例を示す工程図である。

【図8】別の実施例を示す工程図である。

【図9】さらに別の実施例を示す工程図である。

【図10】さらに別の実施例を示す工程図である。

【図11】さらに別の実施例を示す工程図である。

【図12】さらに別の実施例を示す工程図である。

【図13】他の実施例を示す模式図である。

【図14】静電気対策を施したパネルを示す模式図である。

【図15】静電気対策を施したパネルを示す模式図である。

【図16】研磨工程を示す模式図である。

【図17】研磨工程を示す模式図である。

【図18】光学樹脂を用いた貼合工程を示す断面図である。

【図19】光学樹脂を用いた貼合工程を示す平面図である。

【図20】研磨工程の別例を示す模式的な断面図である。

【図21】本発明に従って製造された液晶表示素子の一例を示す断面図である。

【図22】本発明に従って製造された液晶表示素子の一例を示す模式図である。

【図23】本発明に従って製造された液晶表示素子の光学的な機能を示す模式的な部分断面図である。

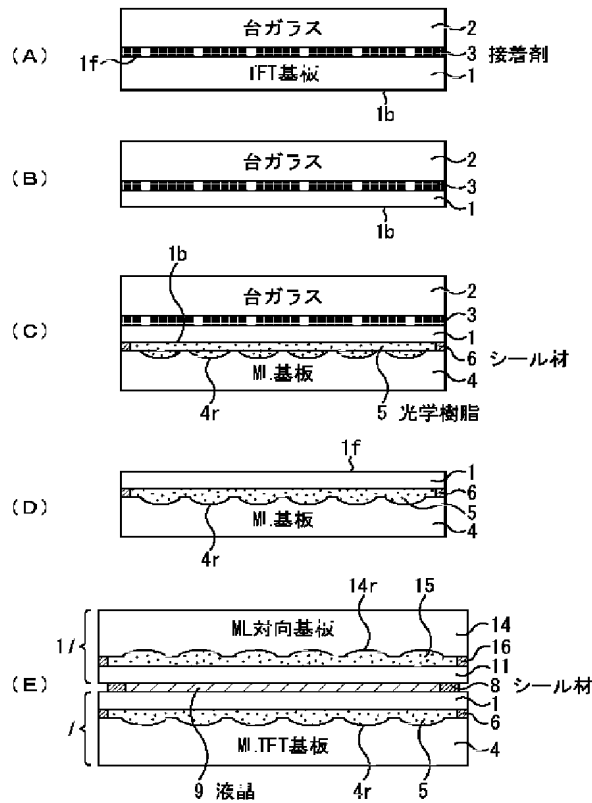
【図24】投射表示装置の一例を示す模式図である。

【図25】図24に示した投射表示装置に組み込まれる液晶表示素子の一例を示す模式的な斜視図である。

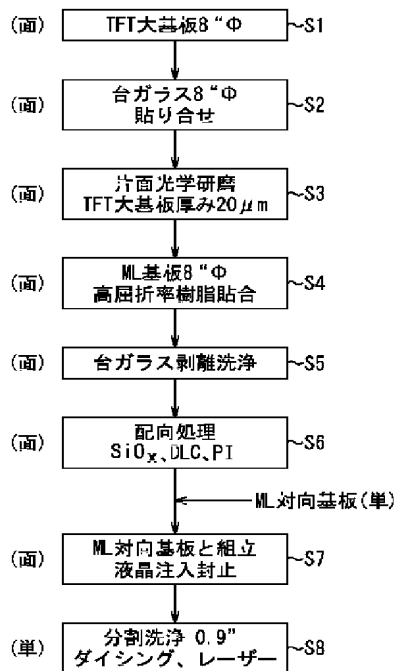
【符号の説明】

1・・・TFT基板、2・・・台ガラス、3・・・接着剤、4・・・マイクロレンズ基板、5・・・光学樹脂、6・・・シール材、8・・・シール材、9・・・液晶、11・・・対向基板

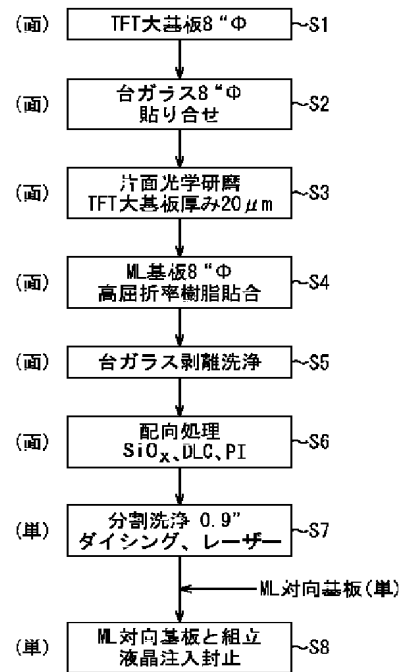
【図1】



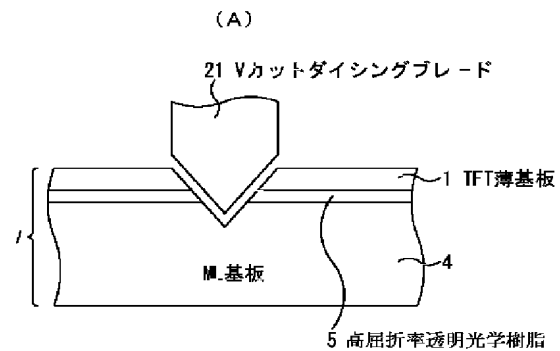
【図4】



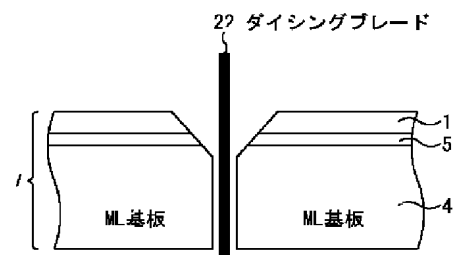
【図2】



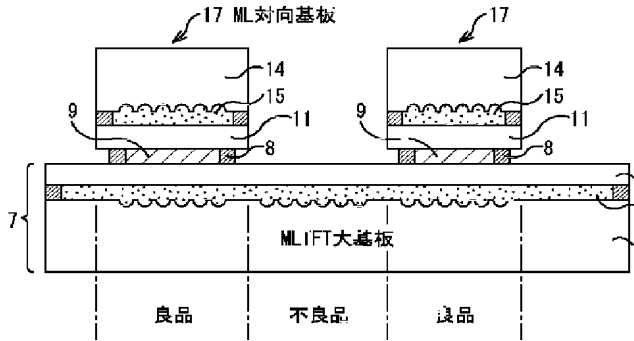
【図3】



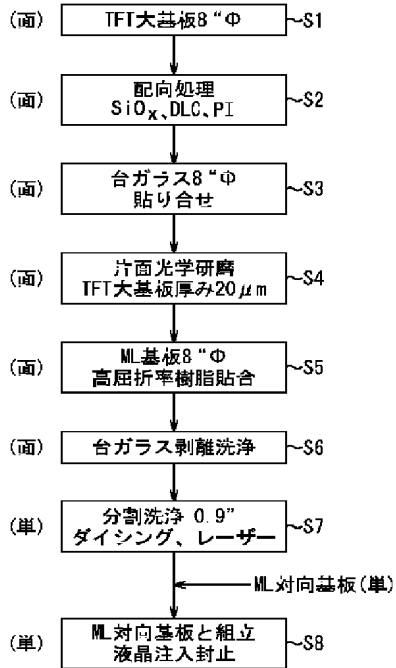
(B)



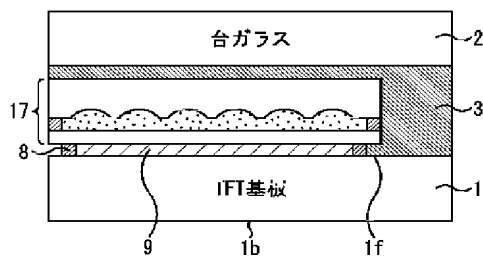
【図5】



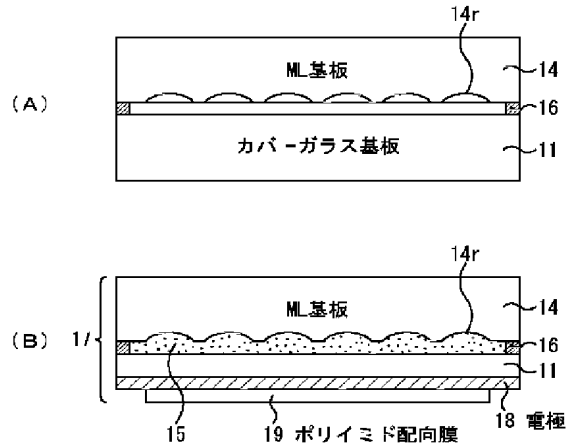
【図7】



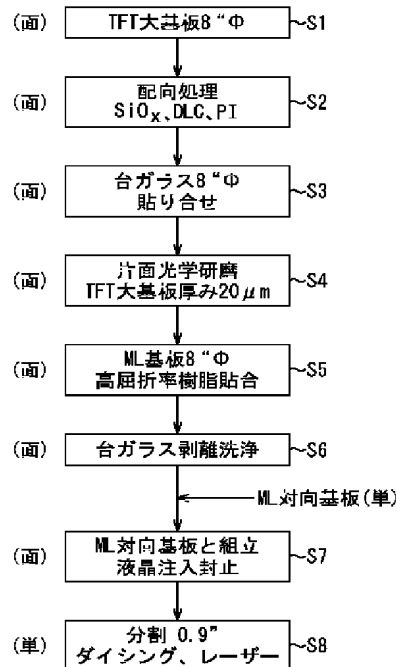
【図13】



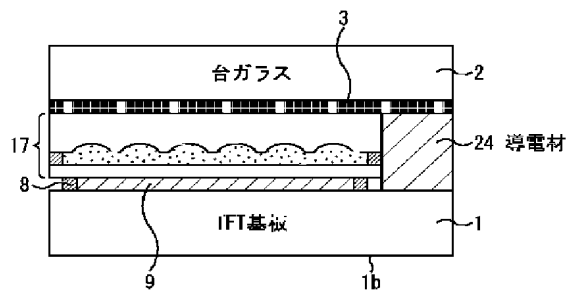
【図6】



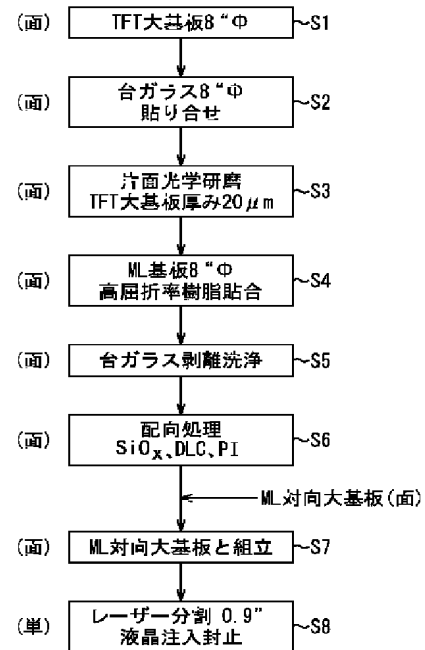
【図8】



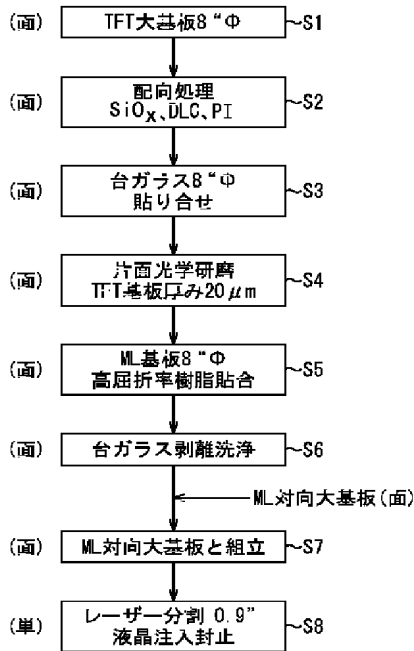
【図14】



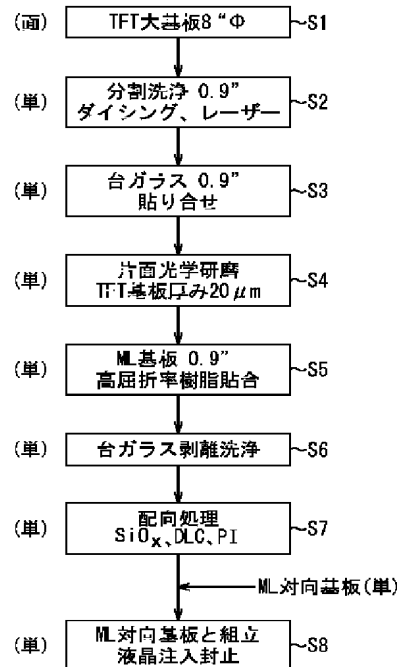
【図9】



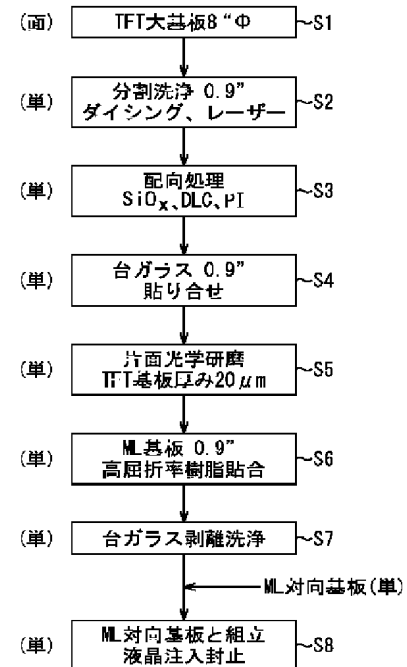
【図10】



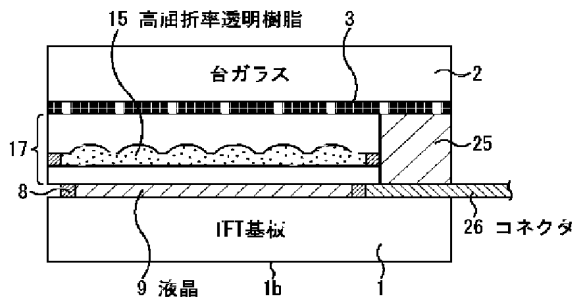
【図11】



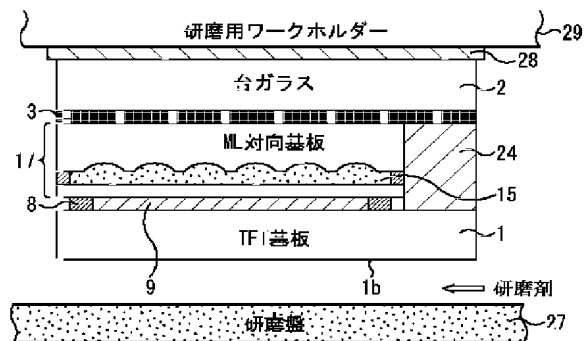
【図12】



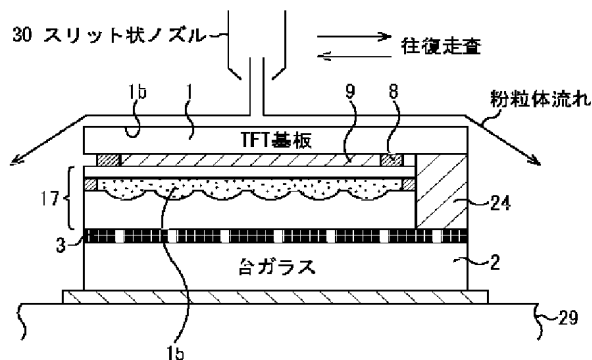
【図15】



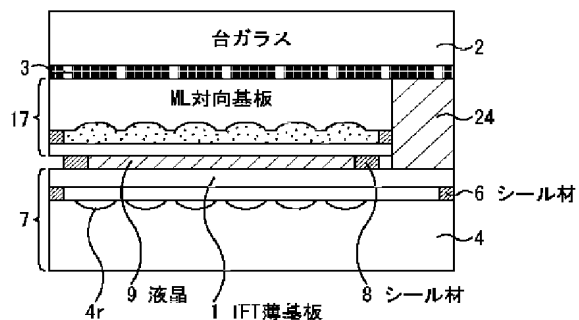
【図16】



【図17】

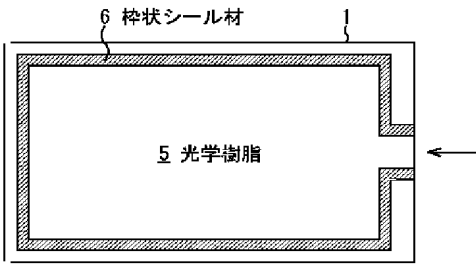


【図18】

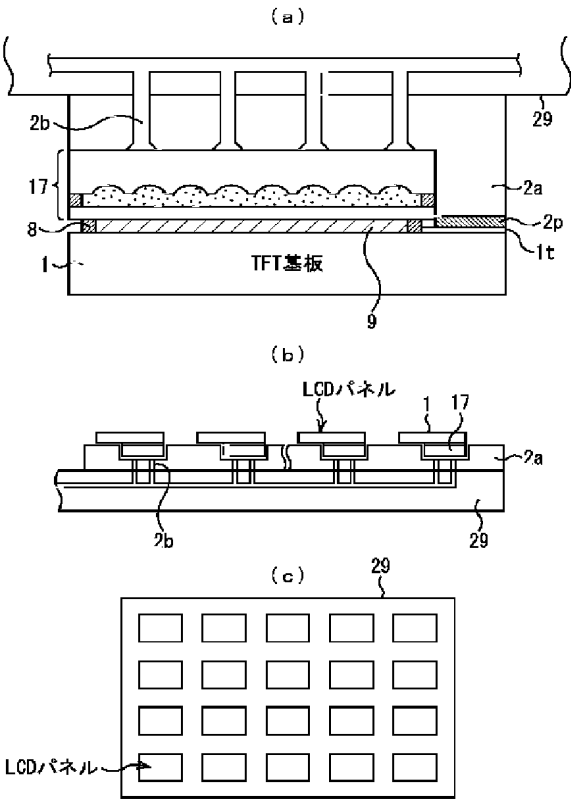




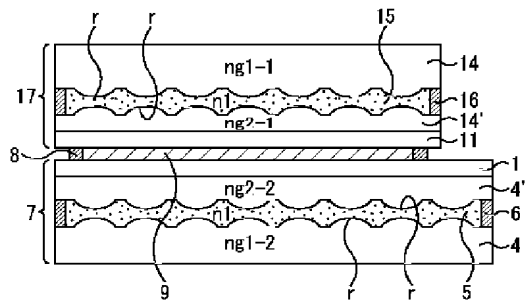
【図19】



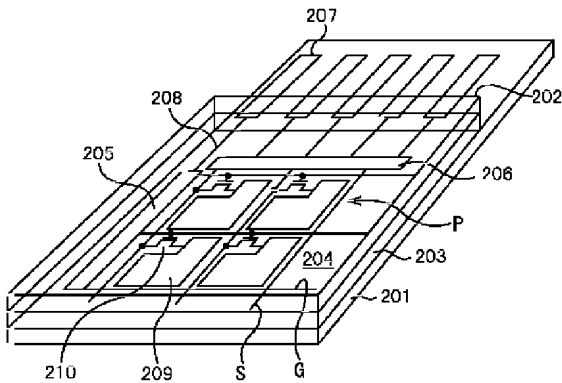
【図20】

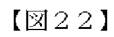


【図21】



【図25】





フロントページの続き

Fターム(参考) 2H090 JA02 JA04 JA19 JB02 JB11  
JB12 JC01 JD01 LA04 LA12  
LA16  
2H091 FA29X FA29Z FB03 FB07  
FC15 FC18 FC22 FC24 FC25  
FD06 FD15 FD22 GA01 GA13  
GA17 LA11 LA16 MA07  
2H092 JA24 NA07 PA01 PA07 RA05